



EESTI MAAÜLIKOOL

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Jaanus Jõemaa

**KUUSIKUTE MAJANDAMISE TASUVUSANALÜÜS MOTTI
SIMULATSIOONI PROGRAMMI ABIL**

**COST-BENEFIT ANALYSIS OF MANAGING NORWAY
SPRUCE STANDS USING MOTTI SIMULATION PROGRAM**

Bakalaureusetöö

Metsanduse õppekava

Juhendaja: lektor Risto Sirgmets

Tartu 2018

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Jaanus Jõemaa		Õppekava: Metsanduse õppekava	
Pealkiri: Kuusikute majandamise tasuvusanalüüs MOTTI simulatsiooni programmi abil			
Lehekülgi: 30	Jooniseid: 11	Tabeleid: 4	Lisasid: 0
Osakond / Õppetool: Metsakasvatus ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Metsandustehnoloogia B430 Juhendaja(d): lektor Risto Sirgmets Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2018			
<p>Käesoleva lõputöö peamine eesmärk on uurida erinevate metsa majandamisvõtete mõju kuusikute majandamise potentsiaalsele tulukusele. Lisaks sellele anda ülevaade kuusikute majandamise eripäradest ning tulukuse hindamise võimalustest.</p> <p>Lõputöö arvutusliku osa läbiviimisel kasutati MOTTI simulatsiooniprogrammi. Teoreetilises osas tuuakse kirjandusallikate põhjal välja kuusikute majandamise eripärad, antakse ülevaade tulukuse hindamise võimalustest ja seda mõjutavatest teguritest.</p> <p>Töö tulemusena selgus, et kõige madalama potentsiaalse tulukuse saavutas simulatsioon, kus metsakasvatuslikke võtteid ei rakendatud. Potentsiaalselt kõige tulukama tulemuse saavutas simulatsioon, milles lähtuti MOTTI Tapio soovitustest. Töö käigus selgus, et Eestis kehtiva metsaseaduse järgi tehtud simulatsioon saavutas 93,2% rohkem tulu kui simulatsioon, milles metsakasvatuslikke võtteid ei rakendatud.</p>			
Märksõnad: harilik kuusk, tulukus, NPV			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Jaanus Jõemaa		Curriculum: Forestry	
Title: <i>Cost-benefit analysis of managing Norway spruce stands using MOTTI simulation program</i>			
Pages: 30	Figures: 11	Tables: 4	Appendixes: 0
Department / Chair: Silviculture Field of research and (CERC S) code: Forestry technology B430 Supervisors: lecturer Risto Sirgmets Place and date: Tartu 2018			
<p><i>Present Bachelor's Thesis main purpose is to research how different forest management techniques affect the profitability of spruce stands. In addition an overview was provided about peculiarities of managing spruce stands and possibilities how do assess them.</i></p> <p><i>Bachelor's Thesis computational part was carried out using MOTTI simulaton program. Theoretical part in this Bachelor's Thesis describes peculiarities of managing spruce stands by using literary sources. In addition an overview was provided about forest management cost-benefit analysis and factors, which affects the cost-benefit analysis.</i></p> <p><i>Results of Bachelor's Thesis indicate that the least benefit was received by using no forest managment techniques. The most profitable simulation was MOTTI Tapio simulation. Simulation according to Estonian Forestry Act achieved 93,2% more benefit than simulation where no forest managment techniques were applied.</i></p>			
Keywords: Norway spruce, profitability, NPV			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. KUUSIKUTE MAJANDAMINE	6
2. METSAMAJANDAMISE TASUVUSANALÜÜSI TEOREETILISED ALUSED	9
2.1 TULUKUST MÕJUTAVAD TEGURID	11
2.1.1 Puiduturg	11
2.1.2 Metsamajanduslike kulude hinnad	13
2.1.3 Toetused	14
2.1.4 Raiering	15
3. MATERJAL JA METOODIKA	16
4. TULEMUSED JA ARUTELU	20
KOKKUVÕTE	27
KASUTATUD KIRJANDUS	28

SISSEJUHATUS

Eesti on metsariik. 2017. aasta seisuga on 51,4% Eesti maismaapindalast kaetud metsaga. Kuusikud omavad suurt rolli Eesti metsades – ligi 17,3% (2016. aasta seisuga) puistute pindalast moodustavad hariliku kuuse enamusega puistud (Statistiline... 2017). Lisaks on kuusikute keskmine hektaritagavara ($247 \text{ m}^3/\text{ha}$) pea 11% võrra kõrgem Eesti keskmisest hektaritagavarast. (Aastaraamat... 2016). Hariliku kuuse enamusega puistud on Eesti puistutest ühe suurima kasumlikkusega (Jäärats 2017). Kuusepalk on alati väga hinnas olnud. Kuusepalgi väärtusega konkureerivad ainult männipalk ja kasepakk (Hepner 2017).

Kuusikute majandamine on viimastel aastatel aktiivset kajastust leidnud. 2017. aastal oli Riigikogus arutlusel kuusikute raievanuse alandamise eelnõu, mis ka vastu võeti. Alates 2017. aasta 1. juulist on võimalik Ia boniteedi kuusikutes uuendusraie teha, kui kuusik on vähemalt 60aastane (Metsaseadus... 2018).

Tänapäeval kasutusel olev puidutööstustehnoloogia võimaldab kasutada märksa peenemat puidusortimenti, mis on üheks argumendiks kuusikute raievanuse alandamisel (All 2017). Kuuse puitu peetakse tähtsaks tooraineks tselluloositööstusele jätkuvalt ka tulevikus (Aitsam 2017).

Saavutamaks võimalikult kõrget tulukust, tuleb rakendada õigeaegselt erinevaid metsamajanduslikke võtteid. Käesolevas uurimustöös uuritakse erinevate metsakasvatusevõtete kasutamise mõju kuusikute majandamise potentsiaalsele tulukusele.

1. KUUSIKUTE MAJANDAMINE

Harilik kuusk esineb looduslikult ainult segapuistuna, kasvades koos kase, haava, männi ja valge lepaga. Puhtkuusiku tekkimise eelduseks on reeglina inimese sekkumine läbi metsauuendamise ja hooldusraietega seotude tegevuste. Viljakates kasvukohtades on kuusk kliimakspuuliik. Teisest küljest on kuusk koos kase ja männiga kasvades tormikindlam, seda eriti niiskedel muldadel. Kuusk on nõudlik mullaviljakuse suhtes ning vajab seetõttu rohkem ka noorendiku hooldust kui mänd (Kask 2009).

Noores eas on harilik kuusk aeglase kasvuga. Lehtpuud ja põõsad võivad noorest kuusest üle kasvada ja kuusk jääb teise rindesse. Kasvukiirus saavutab maksimumi 15-25aastaselt. Kõrgusesse kasvab ta oma eluea lõpuni, selle tunnistuseks on kuuse terav latv. Kuusk on tootlik puuliik. Tagavara võib olla raieküpses puistus isegi 700 tm/ha (Kask 2009).

Kuusk on väga varjutaluv ning seetõttu võib teda leida tiheda metsana. Kuuse seemneaastad korduvad 4-6 aasta järel. Kuusk on noores eas väga hiliskülmahell. Külma võib karpida pungi ja noori võrseid (Kask 2009).

Kuuse juurestik on pinnalähedane, aga hästi õhustatud muldadel võib moodustada ankurjuuri ja olla seeläbi tormikindlam. Pindmise juurestiku tõttu on ta ka põuakartlik, seda eriti mineraalmuldadel ning kui ta on teiste puuliikide varjust välja raiutud. Samas on ta ka tundlik üleujutuste suhtes (Kask 2009).

Kuusikud on väga vastuvõtlikud mädanikele. Kõige ohtlikum on kuusele kuuse-juurepess (*Heterobasidion parviporum*) ja külmaseen (*Armillaria spp.*) (Laas jt 2011). Juurepess levib eelkõige kastikuloo-, sinilille- ja jänsekapsa kasvukohatüübi kuusikutes. Juuremädaniku levik ja intensiivsus on peamiselt seotud hooldusraietega. Seepärast soovitatakse kuusikuid majandada ilma hooldusraieta või teha hooldusraieid kui ööpäevane keskmine temperatuur on vähemalt alla pluss 5 kraadi ja raiuda kuusik raieküpsuse korral võimalikult kiiresti (Drenkhan jt 2017). Juurepessu tõttu võib metsaomanik ilma jääda kuni 30% metsast saadavast puidumüügi tulust (Voolma, Õunap 2000).

Samuti on kuusikutele ohtlikud ulukikikahjustused. Metskits (*Capreolus capreolus*) sööb kuuskede pungi, okkaid ja viimase aasta võrseid. Põder (*Alces alces*) koorib keskealisi kuuski (Kask jt 2011). Ulukikahjustused intensiivistuvad reeglina pärast tugevakraadilisi hooldusraieid (Laas jt 2011).

Kuusepuistute kasvatamisel omab tähtsat osa algtihedus (Kask 2009). Kuusetaimi istutatakse keskmiselt 1500-2500 tk/ha (Laas jt 2011). Mets loetakse uuenenuks, kui hektaril kasvab vähemalt 1000 0,5 m kõrgust ja kõrgemat harilikku kuuske (Metsaseadus... 2018).

Hooldusraied on üks tähtsamaid metsakasvatustlikke tegevusi, seda ka kuusikute puhul. Hooldusraied jagunevad:

1. valgustusraie;
2. harvendusraie;
3. sanitaarraie.

Hooldusraiate eesmärk on suunata peapuuliigi kasvu ja arengut nende kasvuruumi suurendamisega, aidata puistu peapuuliik puistus valitsevaks ning parandada puistu sanitaarset seisundit. Eestis kasutatakse hooldusraietel enamasti alameetodit ehk raiutakse tulevikus paratamatult hukkuvaid IV ja III kasvuklassi (rõhutuid, kaasvalitsevaid ja allajäänud) puid (Laas jt 2011).

Puhtkuusikud vajavad inimese kaasabi, muidu nad ei jää puhtkuusikuks. Inimese kaasabi puhtkuusiku noores eas väljendub eelkõige valgustusraie teostamisega. Valgustusraieks nimetatakse raiet, kus raiutakse puid, mille keskmine rinnasdiameeter on väiksem kui 8 cm (Metsaseadus... 2018). Kuusikutes on valgustusraie vajalik, kuna viljakal mullal kasvades võivad konkurendid temast üle kasvada ja kuusk jääb teise rindesse. Optimaalne puude tihedus võiks olla kümne aastases puistus 2500-3000 tk/ha (Kask 2009).

Harvendusraiet võib teha puistutes, mille keskmine rinnasdiameeter on üle 8 cm ja mille rinnaspindala on suurem kui „Metsa majandamise eeskiri“ toodud lisas (Metsa majandamise eeskiri... 2014).

Harvendusraie eesmärk on parandada eelkõige peapuuliigi puude kasvutingimusi ja eristada valgustusraiel jäetud tulevikupuudest parimad, mis suurendab puistu kvaliteeti ja väärtust (Laas jt 2011).

Harvendusraie metsakasvatustlik tähtsus:

1. harvendamisega hoitakse puude võrad optimaalse pikkusega ja elujõulistena, tänu millele säilitatakse või suurendatakse tüvede jämeduskasvu;
2. noorest eest alates hoitud mõõdukas tihedus kujundab puudel tugeva tüve ja juurestiku;
3. harvendusraiega saab anda tulevastele seemnepuudele suuremat kasvuruumi, tänu sellele annavad seemnepuud paremat seemnesaaki hästiarenenud võra pärast ja tugevama juurestiku tõttu saavad puud parema tormikindluse;
4. ülarinde harvendamisega saab anda kuuse järelkasvule enam valgust ja kindlustada selle paremat juurdekasvu;
5. marjametsades suurendab harvendusraie marjaliikide valgustingimusi, tänu millele marjasaak suureneb;
6. harvendusraiega saab kujundada metsa atraktiivsemaks maastikukujunduslikust seisukohast (Laas jt 2011).

Harvendusraietel raiutav puit leiab reeglina ka kasutust. Seepärast annab harvendusraie erinevalt valgustusraiest ka kohest tulu (Harvendusraied... 2018). Harvendusraietel raiutakse välja puud, mis häviksid konkurentsi tõttu paratamatult, seega püütakse ära kasutada kogu puistu potentsiaali harvendusraiete tegemisel. See tähendab rohkem tulu metsaomanikule. Harvendusraied pakuvad metsaomanikule võimalust saada enne uuendusraiet positiivseid rahavoogusid (Kaimre 2002).

2. METSAMAJANDAMISE TASUVUSANALÜÜSI TEOREETILISED ALUSED

Metsa majandamise peamiseks eripäraks on väga pikk tootmisperiood, mis sõltuvalt puuliigist võib ulatuda 30st kuni 130aastani (tabel 1) (Metsa majandamise eeskiri... 2018).

TABEL 1. Enamuspuuliigi lageraie vanused boniteediklassi järgi (Metsa majandamise eeskiri... 2018)

Enamuspuuliik	Boniteediklass					
	Ia	I	2	3	4	5 ja 5a
Harilik mänd	90	90	90	100	110	120
Harilik kuusk	60	70	80	90	90	90
Aru- ja sookask	60	60	70	70	70	70
Harilik haab	30	40	50	50	50	-
Sanglepp	60	60	60	60	60	60
Kõvad lehtpuud	90	90	100	110	120	130

Metsa majandamise tasuvuse hindamisel kasutatavaid meetodikaid võib jagada kahte rühma, sõltuvalt sellest, kas arvestatakse raha ajaväärtuse kontseptsiooniga või mitte (Kaimre 2002).

Raha ajaväärtust arvestavad kriteeriumid on:

1. puhasnüüdisväärtus (EUR);
2. sisemine tasuvuslavi (%) (Kaimre 2002).

Puhasnüüdisväärtus (*Net Present Value*, lühendatult NPV) on üks tähtsamaid investeeringute hindamise kriteeriume, mida kasutakse väga paljudes erinevates majandusvaldkondades. Puhasnüüdisväärtus on kõikide aastade sissetulekute ja väljaminekute nüüdisväärtuste summa. Kui puhasnüüdisväärtus on positiivne, annab projekt puhastulu (Kaimre 2002).

Puhasnüüdisväärtust arvestatakse järgmise valemiga (Kaimre 2002):

$$NPV = \sum_0^n \frac{(B_n - C_n)}{(1 + i)^n},$$

kus NPV on puhasnüüdisväärtus;

B_n -sissetulekud aastal n eur;

C_n -väljaminekud aastal n eur;

i -intressimäär %.

Eelolev valem on peaaegu kõikide metsakasvatustlike investeeringute hindamise aluseks (Kaimre 2002).

Sisemist tasuvuslavi (*Internal Rate of Return*, lühendatult IRR) kasutatakse, et arvutada see intressimäär, mille juures puhasnüüdisväärtus on null. Sisemise tasuvuslavi korral ei kasutata juhuslikku baasintressi, vaid intressimäär väljendab tegevuse tulukust. Sisemine tasuvuslavi on investeeringu/projekti rentaabluse mõõt - mida kõrgem ta on, seda atraktiivsem on projekt (Kaimre 2002).

Raha ajaväärtust mitte arvestavad kriteeriumid on:

1. pikaajaline tulu (eur/ha/a⁻¹);
2. kattetulu (eur/ha) (Sirgmet 2017).

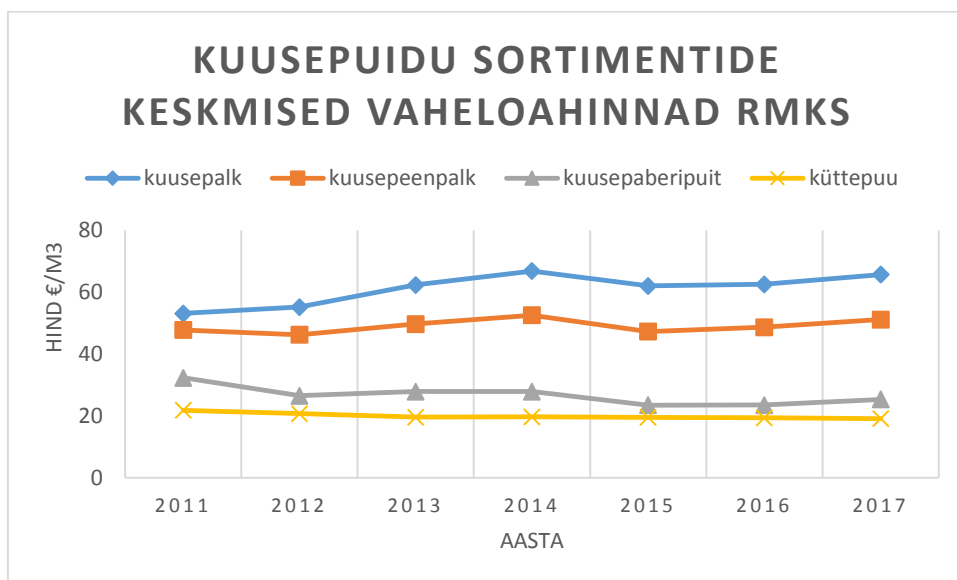
Pikaajaline tulu näitab metsamajandamisest saadavat puhastulu terve puistu kasvatamise aja vältel. Kattetulu on kogutoodangu ja muutuvkulude väärtuste vahe. Kattetulu näitab aasta

jooksul toodetud väärtust, millest on maha arvestatud muutuvkulud. Mida suurem on kattetulu, seda rohkem raha jääb püsikulude katmiseks ja investeerimiseks (Sirgmet 2017).

2.1 Tulukust mõjutavad tegurid

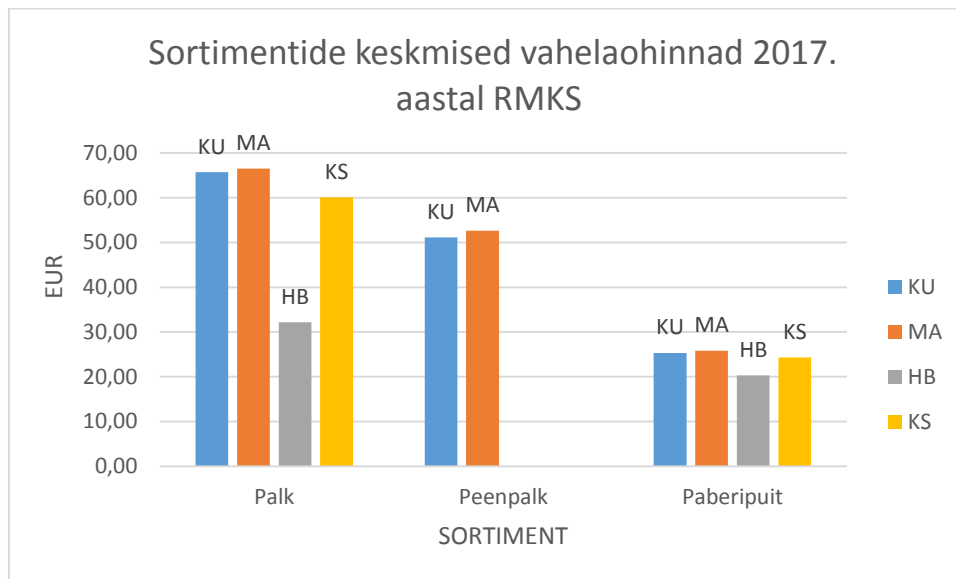
2.1.1 Puiduturg

Puiduhinnad on ühed peamised tulukust mõjutavad tegurid. RMK hinnastatistika järgi on kuusepuidu hinnad peale 2015. aasta langust hakanud tõusma (joonis 1). 2017. aastal tehtud RMK hinnastatistika, mis võrdles aasta taguseid hindu, näitas, et kuusepalk kallines 5%, kuusepeenpalk 5%, kuusepaberipuit 8% ja küttepuidu hind langes 1% (Hinnastatistika... 2018).



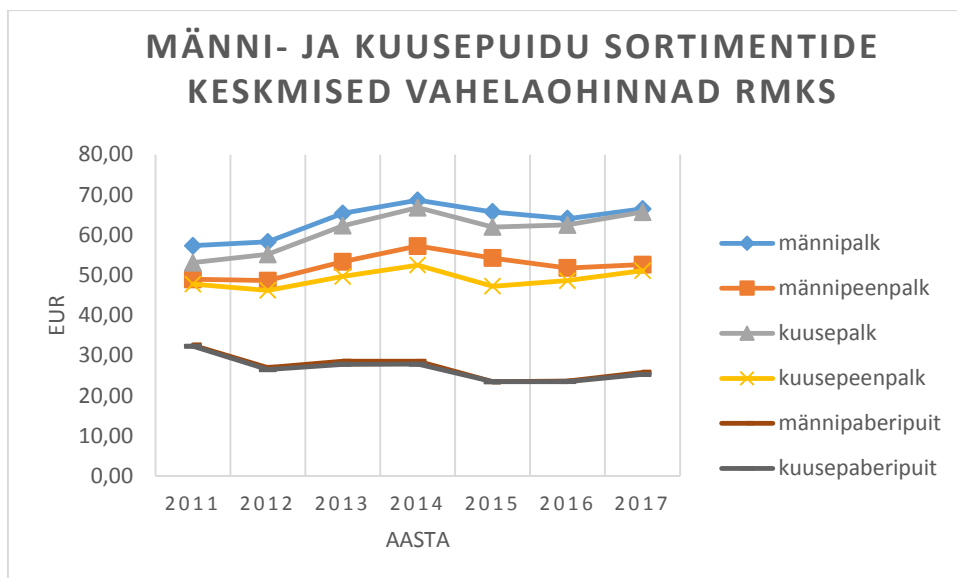
Joonis 1. Kuusepuidu sortimentide keskmised vahelaohinnad RMKs aastatel 2011-2017 (Hinnastatistika... 2018).

Kuusepuidu hinnad on konkurentsivõrre teiste puuliikide sortimendide hindadega. 2017. aasta RMK hinnastatistika näitab, et kuusepalgist oli kõrgemalt hinnastatud vaid männipalk (2,5%) ning männipeenpalk oli kuusepeenpalgist kallim 6,1%. Paberipuidu hind oli kõrgeim männil, kuid kuusepaberipuit oli kõigest 0,6% odavam männipaberipuidust (joonis 2) (Hinnastatistika... 2018).



Joonis 2. Sortimentide keskmised vahelaohinnad 2017. aastal RMKS (Hinnastatistika... 2018).

RMK hinnastatistika näitab, et kuusepuidu hind on alates 2016. aastast männipuidu hinnale jõudsalt järgi jõudnud. Männi- ja kuusepaberipuit on aastatel 2011-2017 olnud sarnase hinnaga (joonis 3) (Hinnastatistika... 2018).



Joonis 3. Männi- ja kuusepuidu sortimentide keskmised vahelaohinnad RMKs aastatel 2011-2017 (Hinnastatistika... 2018).

2.1.2 Metsamajanduslike kulude hinnad

Samuti mõjutavad tulukust erinevate metsamajanduslike tegevuste hinnad. Eesti Maaülikooli poolt tehtud uuringus selgub, et metsamajanduslike tegevuste hinnad on 2017. aastal tõusnud võrreldes 2016. aastaga. Kui näiteks 2016. aastal oli kuusekultuuri rajamise maksuvus 523 eur/ha, siis 2017. aastal oli see 540 eur/ha (tabel 2) (Eesti Maaelu... 2018).

TABEL 2. Metsamajanduslike tegevuste maksumuse võrdlus aastal 2016, 2016 ja 2017 (käibemaksuta) (Eesti Maaelu... 2018)

Tegevus		2017	2016
1. Maapinna mineraliseerimine	eur/ha	137	136
2. Kuusekultuuri rajamine	eur/ha	540	523

Tabel 2 järg

3. Metsakultuuri hooldamine	eur/ha	153	138
4. Valgustusraie	eur/ha	265	255
5. Harvendusraie	eur/ha	790	776

2.1.3 Toetused

Erametsaomanikel ja metsaühistutel on võimalus taotleda Euroopa Liidu ning siseriiklike metsandustoetusi (Toetused... 2018).

Siseriiklikult on erametsaomanikul ja metsaühistul võimalus taotleda toetusi metsa uuendamisega seotud kuludeks. Toetuse määrad 2018. aastal on, kui taotluse esitab erametsaomanik:

1. Maapinna ettevalmistamine kuni 48 eurot hektari kohta.
2. Metsataimede soetamine ja istutamine kuni 200 eurot hektari kohta.
3. Metsauuenduse hooldamine kuni 48 eurot hektari kohta (Toetused... 2018).

Metsaühistu kaudu toetust küsides on toetuste määrad kaks korda suuremad (Toetused... 2018).

Natura metsa toetusi võib taotleda erametsaomanik. Toetust antakse Natura 2000 võrgustiku alal asuval või looduskaitseaduse § 4 lõike 1 punktis 1 või 4 nimetatud kaitstava loodusobjekti sihtkaitsevööndis asuval erametsamaal ühe kalendriaasta jooksul looduskaitsete piirangute järgimise eest. Toetuse määrad 2018. aastal on:

1. Natura 2000 sihtkaitsevööndis või looduskaitseaduse § 4 lõike 1 punktis 1 või 4 nimetatud kaitstava loodusobjekti sihtkaitsevööndis asuva metsaala ühe hektari kohta on 110 eurot kalendriaastas.

2. Toetuse ühikumäär Natura 2000 piiranguvööndis, hoiualal või sellise ala piires, mille kohta on tehtud looduskaitseaduse § 8 lõikes 1 nimetatud kaitse alla võtmise ettepanek või mille kohta on algatatud looduskaitseaduse § 9 lõikes 1 nimetatud loodusobjekti kaitse alla võtmise menetlusasuva metsaala ühe hektari kohta on kuni 60 eurot kalendriaastas (Natura 2000... 2018).

Metsaala arengu ja metsade elujõulisuse parandamise investeeringutoetust võivad taotleda metsaühistud ja füüsilisest isikust ettevõtjad või eraõiguslikud juriidilised isikud (Euroopa Liidu määratluses) ning füüsilised isikud (erametsaomanikud) (Metsaala arengu... 2018). Kui taotleja on kõik nõuded täitnud taotluse saamiseks, siis taotlejal on võimalik saada 2018. aastal investeeringutoetust hooldusraieks kuni 30aastases puistus, kasvavate puude laasimiseks ja ulukikahjustuste ennetamiseks. Metsaühistud saavad taotluse abil soetada metsatöödeks vajalikke seadmeid ja tarvikuid (Toetused... 2018).

2.1.4 Raiering

Raieringi valik omab märkimisväärset mõju metsa majandamise tulukusele (Kaimre 2002). Eestis sätestab minimaalsed uuendusraie vanused Metsaseadus (tabel 1), kus kuusikute minimaalse lõppraievanusena on sätestatud 60 aastat (Ia boniteet) (Metsaseadus... 2018).

Eestis on kuusikute optimaalseks raieringi pikkuseks leitud 53 aastat (Korjus jt 2011).

Helsinki Ülikoolis läbiviidud uurimuses, kus uuriti erivanuselise hariliku kuuse puistu optimaalset raieringi, toimusid uuendusraied 15 aasta tagant. Läbiviidud uurimus näitas varasemalt paremat kasumlikkust nii lühikese raieringi kohta. Uurimuse tulemuse peatükkis aga tõdeti, et optimeerimise tulemused võivad varieeruda, kasutades erinevaid kasvumudeleid (Rämö, Tahvonen 2014). Sama tulemust kinnitab ka teine uurimus, kus uuriti samuti erivanuselise hariliku kuuse puistu optimaalset majandamist (Tahvonen jt 2010).

3. MATERJAL JA METOODIKA

MOTTI on Soomes METLA (Soome Metsauurimisinstituudis) väljatöötatud puistu kasvusimulatsiooni programm, mille abil on võimalik simuleerida puistu majandamise erinevaid alternatiive. Käesolevas töös kasutati erinevate majandamisvõimaluste simuleerimisel MOTTI versiooni 3.3.1 (05.03.2018) (Luonnonvarakeskus... 2018).

Simulatsioonides valiti asukohaks Vantaa piirkond (Korjus jt 2011).

Kõikides simulatsioonides valiti mullatüübiks mineraalmuld (*Mineral soil*) ja tüübirühmaks inglise keeles „*fresh*“, mis vastab ligikaudselt laanemetsa tüübirühmale. Aastaraamat Mets 2016 järgi on 47,2% kuusikutest Eestis laanemetsade tüübirühmas (Aastaraamat mets... 2016).

Simulatsioonides kasutatud istikute ellujäävus protsendiks võeti 89%, põhinedes Andres Jääratsi väitekirjale: „Istutusmaterjali ja maapinna ettevalmistamise mõju metsa uuendamisele“ (Jäärats 2018).

MOTTI simulatsiooni programmi abil teostati 3 erinevat kuusiku majandamise alternatiivi:

1. Simulatsioon 1: Eestis kehtiva metsaseaduse järgi;
2. Simulatsioon 2: MOTTI Tapio simulatsioon;
3. Simulatsioon 3: Ilma metsakasvatustlike tegevusteta (v.a. kultiveerimine).

Alternatiivsete simulatsioonide kirjeldused on toodud alljärgnevalt.

1. Simulatsioon 1: Eestis kehtiva metsaseaduse järgi;

Maapind valmistati ette kasutades ketasatra (*scarification*) ning rajati kuusekultuur algseaduga 2500 taime hektarile. Ellujäävus istikutel määrati 89%. Aastal 2 toimus kultuuri hooldus. Aastal 7 toimus esimene valgustusraie, mille käigus raiuti välja kõik lehtpuud ja männid. Osa kuuse looduslikku uuendust jäeti alles. Aastal 10 toimus teine valgustusraie. Aastal 25 toimus esimene harvendusraie (alameetodil). Teine harvendusraie toimus

35aastases puistus, samuti alameetodil. Kolmas harvendusraie toimus 45aastaselt (alameetodil). Harvendusraiete tegemisel jälgiti, et puistu rinnaspindala ei oleks peale harvendusraiet madalam Metsaseaduses väljatoodud miinimumist. Harvendusraied planeeriti kasutades Tarmo Vahteri ja Paavo Kaimre poolt avaldatud artiklit: „Metsa majandamise tulusus ja selle sõltuvus ettevõtlusvormist“. Artiklis olid harvendusraied kavandatud 25, 35 ja 45 aasta vanuselt (Vahter, Kaimre 2005). Harvendusraietel kasutati alameetodit, kuna see on kõige rohkem kasutusel nii Eestis kui ka Soomes ja Rootsis (Tahvonen jt 2010). Lageraie teostati 60aastases puistus, jättes raiesmikule 10 säilikpuud.

2. Simulatsioon 2: MOTTI Tapio simulatsioon;

Maapind valmistati ette, kasutades ketasatra (*scarification*). Algtiheusus ja ellujäävus on taimedele sama, mis eelneval simulatsioonil. Simulatsioon toimus Tapio reeglistikust ja soovitustest lähtuvalt. Tapio simulatsiooni analüüsides tuleb meele pidada, et tegemist on optimaalse majandamise mudeliga, mis on loodud spetsiifiliselt Soome tingimuste jaoks.

3. Simulatsioon 3: Ilma metsakasvatustlike tegevusteta (v.a kultiveerimine).

Maapind valmistati ette, kasutades ketasatra (*scarification*). Algtiheusus ja ellujäävus on sama, mis eelnevatel simulatsioonidel. Kultuuri rajamise järgselt kasvatati puistu 60 aasta vanuseni ning teostati lageraie, jättes raiesmikule 10 säilikpuud.

Puidusortimentide hindadena kasutati RMK vahelaohindu, mis on pärit OÜ Tark Mets poolt tehtud ülevaatest 2017. aasta IV kvartali puiduturust (tabel 3). Energiapuidu hinnana on kasutatud küttepuidu hinda (Hepner 2017). Sortimenteerimisel kasutati MOTTI vaikeväärtuseid.

Tabel 3. RMK sortimentide vahelaohinnad (Hepner 2017)

	Vahelaohind €/tm ilma käibemaksuta
Sortiment	
1. männipalk	74,33

Tabel 3 järg

2. männipeenpalk	57,60
3. kuusepalk	72,27
4. kuusepeenpalk	57,69
5. kasepakk	112,94
6. kasepalk	61,69
7. haavapalk	35,48
8. männipaberipuit	26,95
9. kuusepaberipuit	26,60
10. kasepaberipuit	26,33
11. haavapaberipuit	18,94
12. küttepuit	20,70

Metsamajanduslike tegevuste hinnad pärinevad Eesti Maaülikooli poolt tehtud uuringust: „Eesti maaelu arengukava 2014-2020 meetme 08 „Investeeringud metsaala arengusse ja metsade elujõulisuse parandamisse“ raames makstavate toetuste standardsete ühikuhindade kujunemine“. Simulatsioonis on kasutatud metsamajanduslike tegevuste enimkasutatud maksumusi (tabel 4) (Eesti maaelu... 2017).

TABEL 4. Metsamajanduslike tegevuste enimkasutatud hinnad 2017. aastal (Eesti maaelu... 2017)

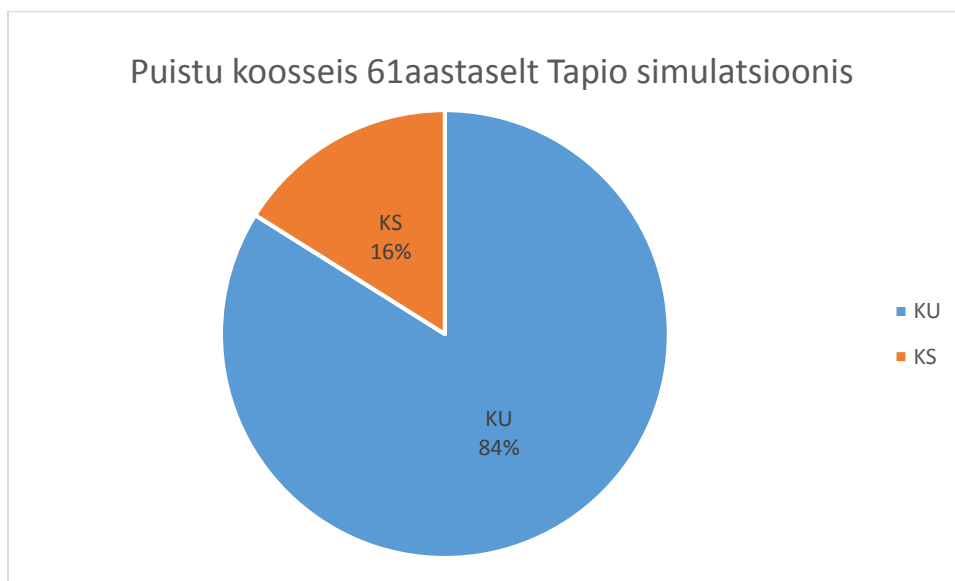
Tegevus		eur (km-ga)
Maapinna mineraliseerimine	eur/ha	164,29
Metsataimede istutamine (töö)	eur/tk	0,14
Kultuuri hooldamine	eur/ha	184,15
Valgustusraie	eur/ha	317,53
Harvendusraie kompleksteenuse	eur/m ³	20,25

Puhasnüüdisväärtuse (NPV) arvutamisel on kasutatud 3% intressimäära.

Hariliku kuuse avajuurse taime hind on võetud RMK hinnakirjast- 0,22 €/tk (Hinnakiri... 2014).

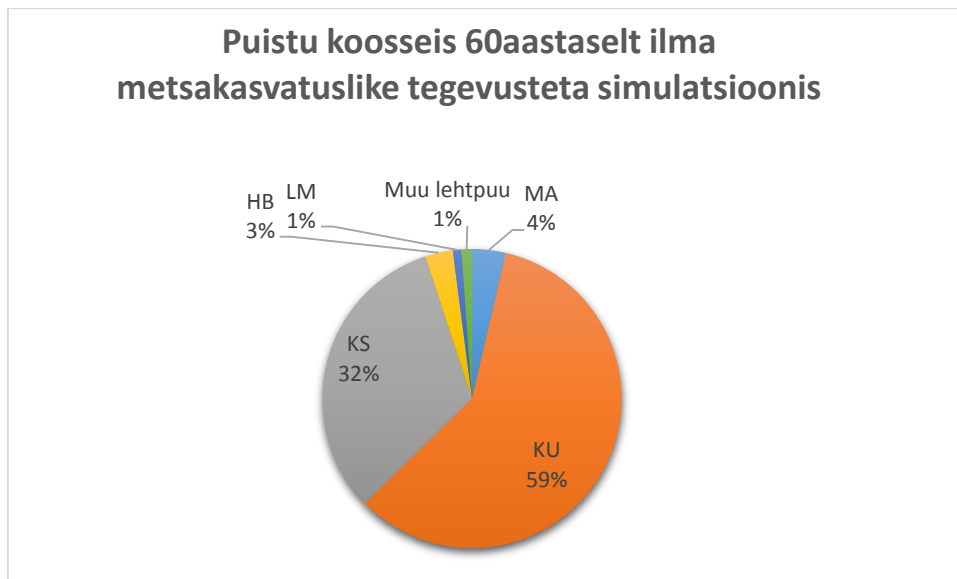
4. TULEMUSED JA ARUTELU

Tapio simulatsioonis kavandati puistusse kaks harvendusraiet, aastatel 36 ja 48. Lageraie teostati 61aastases puistus. Tapio simulatsioon jättis valgustusraiel, mis toimus 9 aasta vanuses puistus, alles ka osa kase looduslikku uuenduse. Seetõttu moodustas lageraie ka ligikaudu 16% väljatulevast puidust kask (joonis 4). Tapio simulatsiooni puistu kogutagavara oli lageraie ajaks (61aastaselt) 295,32 m³/ha.



Joonis 4. Puistu koosseis 61aastaselt Tapio simulatsioonis.

Ilma metsakasvatustlike tegevusteta simulatsioonis oli lageraie ajaks kujunenud segapuistu (kuusk, kask, haab, lepp ja muud lehtpuud) (joonis 5). Ilma metsakasvatustlike tegevusteta simulatsioonis oli lageraie ajaks (60aastaselt) puistu tagavara 336,65 m³/ha.



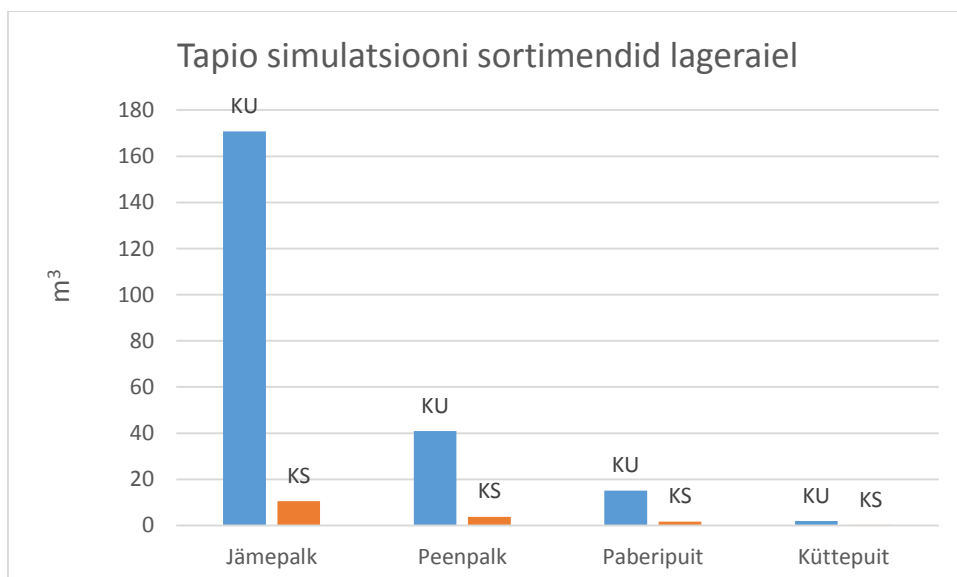
Joonis 5. Puistu koosseis 60aastaselt ilma metsakasvatuslike tegevusteta simulatsioonis.

Eestis kehtiva metsaseaduse järgi tehtud simulatsiooni valgustusraiel raiuti kõik lehtpuud ja männid. Harvendusraieid kavandati puistusse kolm - aastatel 25, 35 ja 45. Lageraie teostati 60aastasesse puistusse. Lageraie ajaks (60aastaselt) oli metsaseaduse järgi tehtud simulatsioonis puistu tagavara 300,93 m³/ha ning puistu oli puhtkuusik (joonis 6).



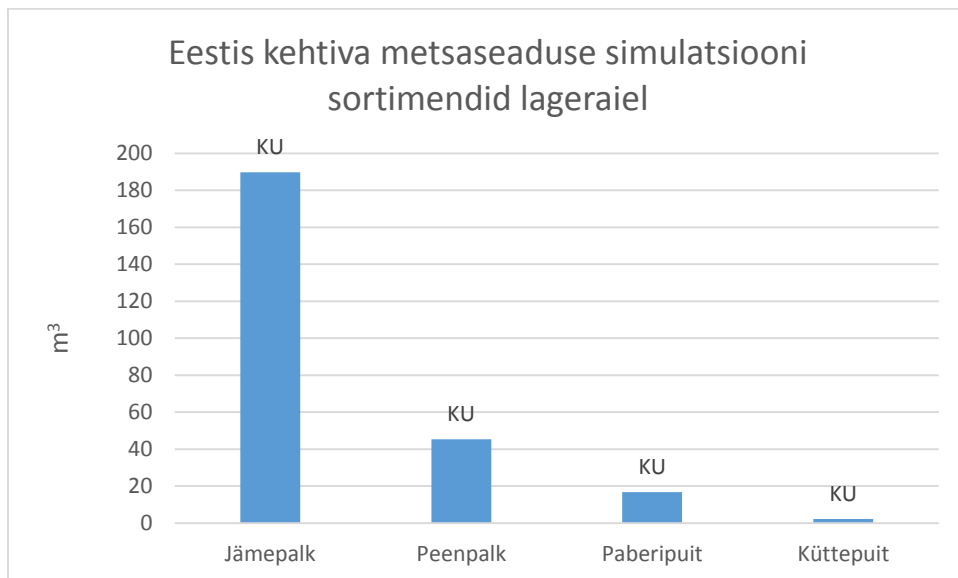
Joonis 6. Puistu koosseis 60aastaselt Eestis kehtiva metsaseaduse järgi tehtud simulatsioonis.

Tapio simulatsioon lageraiest, mis toimus 61aastases puistus, tulid välja männi- ja kasepuidu sortimendid (joonis 7).



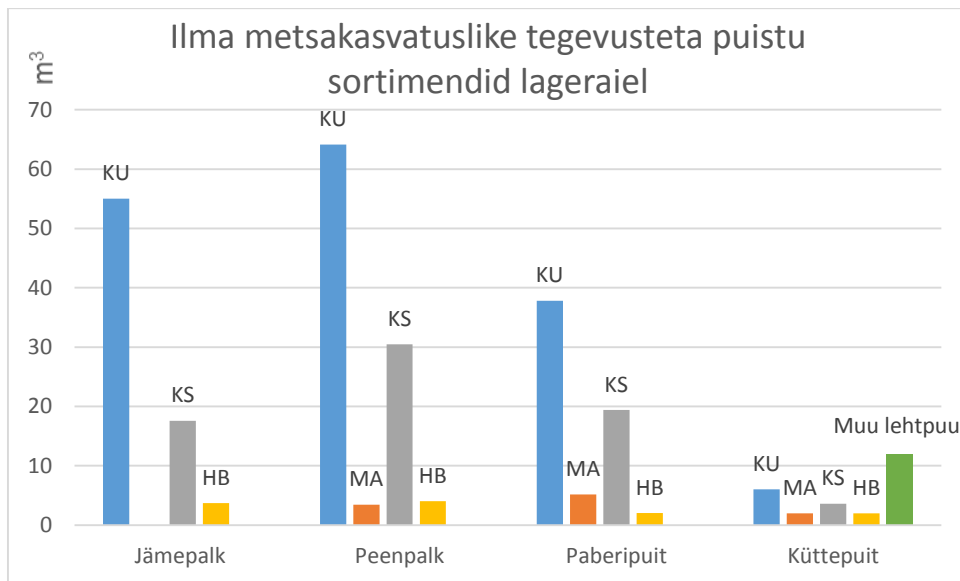
Joonis 7. Tapio simulatsiooni sortimendid lageraiel.

Eestis kehtiva metsaseaduse järgi tehtud simulatsiooni lageraiest, mis toimus 60aastases puistus, tulid välja ainult kuusepuidu sortimendid (joonis 8).



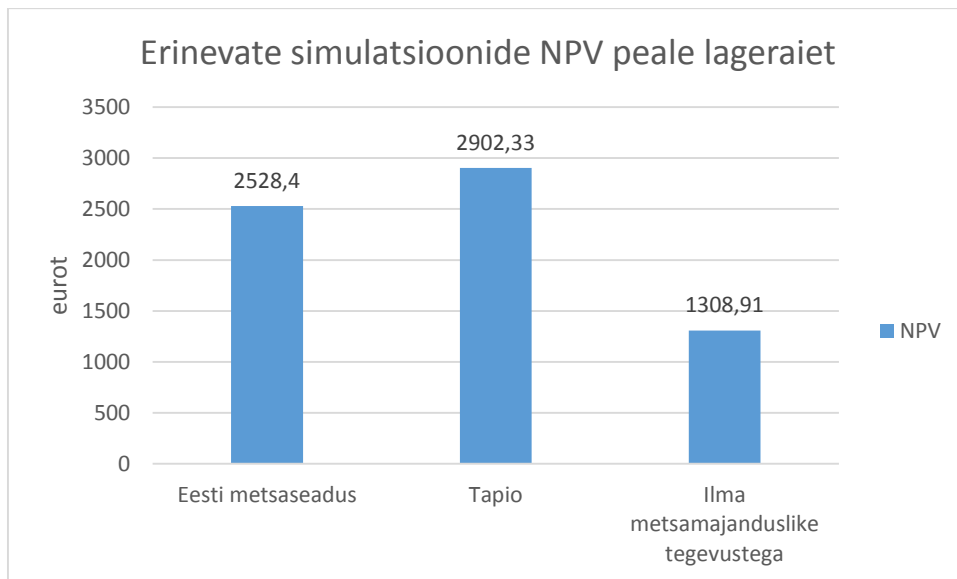
Joonis 8. Eestis kehtiva metsaseaduse simulatsiooni sortimendid lageraiel.

Ilma metsakasvatuslike tegevusteta toimunud simulatsiooni lageraiest, mis toimus 60aastases puistus, tulid välja kõige vähem tulusamad sortimendid (joonis 9).



Joonis 9. Ilma metsakasvatustlike tegevusteta puistu sortimendid lageraiel.

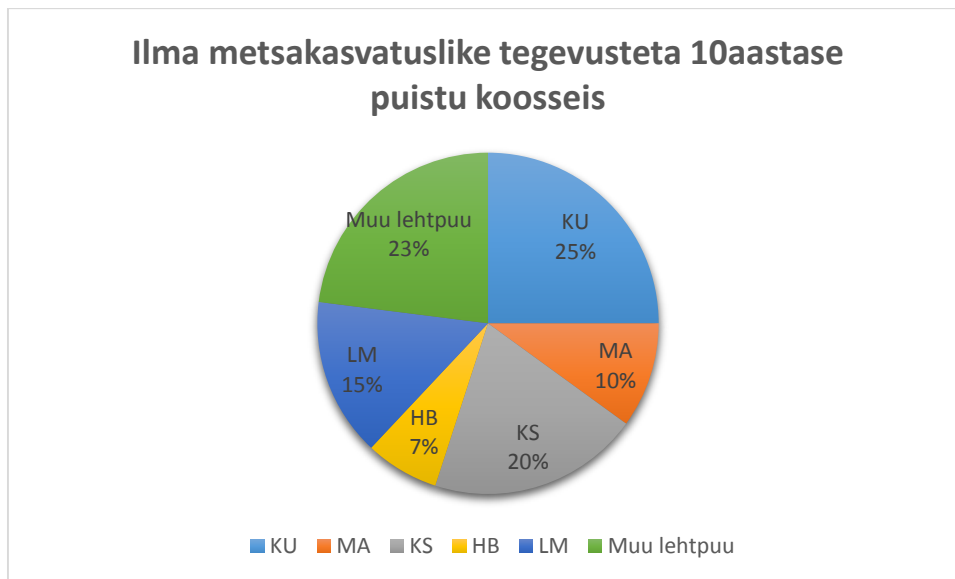
Eesti metsaseadusest lähtuvalt tehtud simulatsioon andis NPV väärtuseks peale lageraiet 2528,40 eurot. Tapio järgi tehtud simulatsioon andis NPV väärtuseks peale lageraiet 2902,33 eurot. Ilma metsakasvatustlike tegevusteta tehtud (v.a kultiveerimine) simulatsioon andis NPV väärtuseks peale lageraiet 1308,91 eurot (joonis 10). Harvendusraiest tuli kõige suurem tulu Tapio simulatsioonis - 1482,05 eurot. Eestis kehtiva metsaseaduse järgi tehtud simulatsioon sai harvendusraietest tulu 1116,39 eurot. Ilma metsakasvatustlike tegevusteta toimunud simulatsioonis harvendusraieid ei toimunud ja see tulu jäi saamata.



Joonis 10. Erinevate simulatsioonide NPV peale lõppraiet eurodes.

Eesti metsaseaduse järgi tehtud simulatsioon ja Tapio simulatsioon erinesid oma NPV poolest 12,9%, kus Tapio simulatsioonil oli NPV kõrgem. Ilma metsakasvatustlike tegevusteta tehtud simulatsioonil oli NPV võrreldes Eesti metsaseaduse järgi tehtud simulatsioonil 93,2% madalam.

Töö käigus tehtud simulatsioonide tulemusena selgus, et kõrgema tulukuse saavutamiseks on soovitatav kuusikus teha erinevaid metsakasvatustlike töid. Suurt tähtsust omavad siinjuhu valgustusraied, millega kujundatakse puistu edasine koosseis. Joonis 11 näitab, milliseks on reeglina kujunenud 10aastane kuusepuistu, kui valgustusraiet ei ole teostatud.



Joonis 11. Ilma metsakasvatustlike tegevusteta 10aastase puistu koosseis.

Metsaomanikule tuleb lõppkokkuvõttes suureks kahjuks, kui ta peale kultiveerimist rajatud puistu hooldamisega ei tegele, vaid ootab lihtsalt raieküpsuse saabumist.

Tapio simulatsiooni optimeeritud simulatsioon saavutas kõige suurema NPV peale lõppraiet, olles seega kõige tulusam simulatsioon kolmest korraldatud simulatsioonist. Tapio simulatsioon on tulukam, kuna Tapio kulud metsakasvatustlike tööde tegemiseks olid 268,14 euri madalamad kui Eestis kehtiva metsaseaduse simulatsiooniga võrreldes ning Tapio simulatsioon sai 105,79 eurot rohkem tulu raietest, seda harvendusraiete pealt. Kuigi Tapio simulatsioon ei ole reguleeritud Eesti metsaseadusest, saab praegusel juhul võtta antud simulatsiooni näiteks, kuna kõik metsakasvatustlikud tegevused jäid Eesti metsaseaduse piiridesse. Harvendusraie järgne minimaalne rinnaspindala vastas hetkel kehtivas Metsaseaduses nõutule ja lageraie toimus aastal 61, mis on lubatud Ia boniteediga kuusikutes tänu kuusikute raievanuse alandamisele (Metsaseadus... 2018).

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö peamine eesmärk on uurida erinevate metsamajandamisvõtete mõju kuusikute majandamise potentsiaalsele tulukusele. Lisaks sellele anda ülevaade kuusikute majandamise eripäradest ning tulukuse hindamise võimalustest.

Töö tulemustena selgus, et metsakasvatuslikke võtteid rakendava metsaomaniku potentsiaalne tulukus võib lageraie ajaks olla suurem 93,2% sellest metsaomanikust, kes ei rakenda metsakasvatuslikke võtteid puistu raieringi vältel. Ilma metsakasvatuslikke võteteta simulatsiooni lageraiest väljusid ka kõige vähem tulukamad puidusortimendid. Tapio simulatsioon saavutas lageraie ajaks kõige kõrgema NPV, olles Eestis kehtiva metsaseaduse simulatsiooni NPVst potentsiaalselt suurem 12,9%.

Töös läbiviidud erinevad simulatsioonid väljendavad kõrgema tulukuse saavutamiseks teostatavate metsakasvatuslike tegevuste vajalikkust kogu raieringi jooksul. Pelgalt investering uue metsapõlve rajamisse ei taga parimat majanduslikku tulemust, vaid selle saavutamiseks on tarvis metsaomanikul teostada ka puistu hooldamisega seotud tegevusi.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Aastaraamat Mets 2016. (2016). Keskkonnaagentuur.
http://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/mets2016_08.09.pdf (25.04.2018).
2. Aitsam, V. (2017). Uus tselluloositehas avaks uue raja.- *Postimees*. [e-ajaleht]
<https://maaelu.postimees.ee/4108527/uus-tselluloositehas-avaks-uue-raja> (25.04.2018)
3. All, A. (2017). Metsanduses on liiga palju majandust ja liiga vähe visiooni. – *Postimees*. [e-ajaleht]
http://maaelu.postimees.ee/3992735/metsanduses-on-liiga-palju-majandust-ja-liiga-vaehe-visiooni?_ga=1.75923413.1532188095.1487100510 (07.03.2107)
4. Drenkhan, R., Tedersoo, L., Drenkhan, T. (2017). Kuusikute raieaeg ja haiguste levik. – *Metsamees*. [e-ajakiri] <http://www.eramets.ee/metsandusuudised/kuusikute-raieaeg-ja-haiguste-levik/> (20.04.2018)
5. Eesti maaelu arengukava 2014-2020 meetme 08 „Investeeringud metsaala arengusse ja metsade elujõulisuse parandamisse“ raames makstavate toetuste standardsete ühikuhindade kujunemine. (2018). Eesti Maaülikool. <http://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2017/01/Metsamajanduslike-tegevuste-u%CC%88hikuhinnad-2017.pdf> (10.04.2018)
6. Harvendusraied. (2018). SA Erametsakeskus. [veebileht] <http://www.eramets.ee/harvendusraied/> (25.04.2018).
7. Hepner, H. (2017). Ülevaade 2017. aasta IV kvartali puiduturust. OÜ Tark Mets. <http://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2017/01/Puiduhinnad-2017-IV-kv.pdf> (26.03.18).
8. Hinnakiri aastaks 2014. Riigimetsa Majandamise Keskus. [veebileht] <https://www.rm.k.ee/metsa-majandamine/taimed/metsataimede-muuk/hinnakiri> (15.04.2018)
9. Hinnastatistika. (2018). Riigimetsa Majandamise Keskus. <https://rm.k.ee/puidumuuk-1/puidumuuk> (09.05.2018)
10. Jäärats, A. Loengukonspekt Eesti Metsad õppeaines, metsanduse erialale. (2017). Metsandus- ja maaehitusinstituut. Eesti Maaülikool.
11. Jäärats, A. (2018). Istutusmaterjali ja maapinna ettevalmistamise mõju metsa uuendamisele. Väitekirj. Eesti Maaülikool. Tartu. 120 lk.
12. Kaimre, P. 2002. Metsanduse ökonoomika. Doktoriväitekirj. Eesti Maaülikool. Tartu. 180 lk.
13. Kask, M. (2009). Metsakasvatuse. Tallinn: ILO. 120 lk.
14. Korjus, H., Põllumäe, P., Rool, S. (2011). Profitability analysis of short rotations in

Scots pine, Norway spruce and silver birch stands. – *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused* nr 54, lk 28–36.

15. **Laas, E., Uri, V., Valgepea, M.** (2011). Metsamajanduse alused. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. 863 lk.
16. Luonnonvarakeskus. MOTTI Stand Simulator. [veebileht] <http://www.metla.fi/metinfo/motti/index-en.htm>. (29.03.18)
17. Metsa majandamise eeskiri. (vastu võetud 27.12.2006, viimati jõustunud 01.03.2014). – *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/126022014016> (20.03.2018).
18. Metsaala arengu ja metsade elujõulisuse parandamise investeeringutoetus. (vastu võetud 11.05.2015, viimati jõustunud 01.04.2018). – *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/113052015001?leiaKehtiv> (21.03.2018).
19. Metsaseadus. (vastu võetud 07.06.2006, viimati jõustunud 05.02.2018). – *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/MS> (29.03.2018)
20. Natura 2000 erametsamaa toetus. (vastu võetud 22.04.2015, viimati jõustunud 07.01.2018). – *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/124042015008?leiaKehtiv> (20.03.2018).
21. **Rämo, J., Tahvonen, O.** (2014). Economics of harvesting uneven-aged forest stands in Fennoscandia. – *Scandinavian Journal of Forest Research* nr 29, lk 777-792.
22. **Sirgmet, R.** Loengukonspekt Metsandusökonoomika õppeaines, metsanduse erialale. (2017). Metsandus- ja maaehitusinstituut. Eesti Maaülikool.
23. Statistiline metsainventuur (2017). Keskkonnaagentuur. [https://veebiandmebaas.keskkonnaagentuur.ee/PXWeb/pxweb/et/Statistiline%20metsainventuur%20\(2017\)/?rxid=45002ee9-f2ce-4fc2-8378-ca6e68b62235](https://veebiandmebaas.keskkonnaagentuur.ee/PXWeb/pxweb/et/Statistiline%20metsainventuur%20(2017)/?rxid=45002ee9-f2ce-4fc2-8378-ca6e68b62235) (20.04.2018)
24. Toetused. (2018). SA Erametsakeskus. [veebileht] <http://www.eramets.ee/toetused/> (25.04.2018)
25. **Tahvonen, O., Pukkala, T., Laiho, O., Lähde, E., Niinimäki, S.** (2010). Optimal management of uneven-aged Norway spruce stands. – *Elsevier* nr 260, lk 106-115.
26. **Vahter, T., Kaimre, P.** (2005). The profitability of forest management and its dependence on the form of entrepreneurship. – *Forestry studies / Metsanduslikud Uurimused* nr 43, lk 113-123.
27. **Voolma, K., Õunap, H.** (2000). Metsakahjustused ja nende väätimine. Tartu: Maaelu Arengu Keskus. 56 lk.

Mina, _____,

(*autori nimi*)

sünniaeg _____,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

_____,

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on _____,

(*juhendaja(te) nimi*)

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

- 2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
- 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(*allkiri*)

Tartu, _____

(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)